

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN



(11)Publication number : 2000-300511

(43)Date of publication of application : 31.10.2000

(51)Int.Cl.

A61B 1/00
G02B 23/24

(21)Application number : 11-116131

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.1999

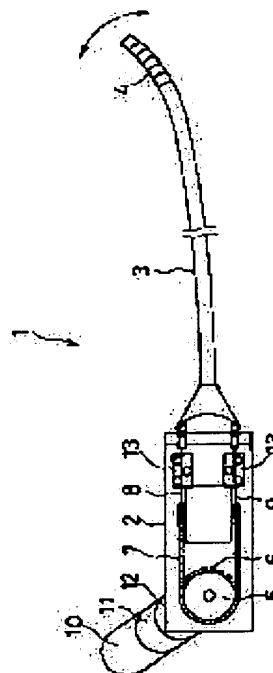
(72)Inventor : ARAI KAZUHIKO

(54) ENDOSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an endoscope with a higher operability by controlling the slackening of an angle wire.

SOLUTION: An endoscope 1 includes a rotary encoder 10 to detect the displacement and the direction of the displacement of an angle wire 8, 9 and a tension sensor 13 to detect the tension of the angle wire 8, 9. In order to avoid a lowering in the operability to be caused by the slackening of the angle wire 8, 9, the angle wire 8, 9 are driven under the control with due consideration given to the displacement, the direction of the displacement and tension of the angle wire 8, 9 according to the displacement and the direction of the displacement of the angle wire 8, 9.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-300511

(P2000-300511A)

(43) 公開日 平成12年10月31日 (2000. 10. 31)

(51) Int.Cl.⁷

A 6 1 B 1/00

G 0 2 B 23/24

識別記号

3 1 0

F I

A 6 1 B 1/00

G 0 2 B 23/24

テームコード (参考)

3 1 0 G 2 H 0 4 0

A 4 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平11-116131

(22) 出願日

平成11年4月23日 (1999. 4. 23)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 荒井 和彦

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

Fターム (参考) 2H040 BA21 DA14 DA19 DA21 DA43

4C061 AA00 BB00 CC00 DD03 HH33

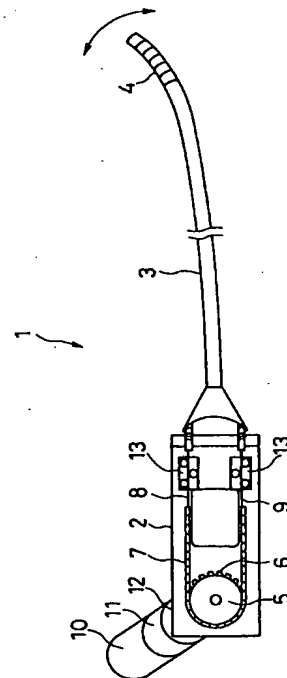
HH38

(54) 【発明の名称】 内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 アングルワイヤの弛みを制御することによ、操作性のよい内視鏡を提供する。

【解決手段】 内視鏡1に、アングルワイヤの変位および変位方向を検出するロータリエンコーダ10、アングルワイヤの張力を検出するテンションセンサー13を具備させる。アングルワイヤの弛みによる操作性の低下を回避すべく、アングルワイヤの変位及び変位方向に応じて、アングルワイヤの変位・変位方向・張力を考慮した制御でアングルワイヤを駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 湾曲部を有する可撓管と、
上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なう
アングルワイヤと、
上記アングルワイヤを駆動する駆動手段とを具備する内
視鏡において、
上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段をさ
らに具備することを特徴とする内視鏡。

【請求項 2】 湾曲部を有する可撓管と、
上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なう
アングルワイヤと、
上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、
上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変
位検出手段と、
上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出
手段と、
上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力を用い
て、上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段
とを具備することを特徴とする内視鏡。

【請求項 3】 湾曲部を有する可撓管と、
上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なう
アングルワイヤと、
上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、
上記アングルワイヤの張力を検出する張力検出手段と、
上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変
位検出手段と、
上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出
手段と、
上記張力検出手段と上記変位検出手段と上記変位方向検
出手段の出力を用いて、上記アングルワイヤの弛みを制
御する弛み制御手段とを具備することを特徴とする内視
鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、医療用・工業用と
して用いられる内視鏡において、アングルワイヤを用い
て湾曲部を操作する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の内視鏡において、アングルワイヤ
を用いて湾曲部を操作する機構の一例について図を参照
して説明する。

【0003】 図 13 は従来の内視鏡の内部構造を説明す
る模式図であり、内視鏡を操作する機構に直接関係のな
い部分は省略して描いている。内視鏡は湾曲部を上下・
左右に操作可能であるが、左右に操作する機構は上下に
操作する機構と同様であるので、上下に操作するのに関
する部分のみを記載して、左右に操作する機構に関して
は記載を省略している。

【0004】 内視鏡 201 は操作部 202、蛇管 20
3、湾曲部 204 の部分に大別される。操作部 202 は

操作者が湾曲部 204 を操作したり、その他必要な操作
をする部位である。操作部 202 には可撓性を有する材
質より成る管状の部材である蛇管 203 が接続される。
蛇管 203 には前口金 210 を介して湾曲部 204 が接
続される。湾曲部 204 は多数の円筒形の湾曲駒 211
どうしが、上下と左右の回転軸を交互に介して連結され
た構造をしており、全体として上下左右に屈曲可能な管
状の部材と成っている。湾曲部 204 の先端には、挿入
方向を観察する図示しないレンズ光学系や、種々の処置
具を延出させる図示しない開口部等が配設されている。

【0005】 操作部 202 の内部には、図示しないアン
グルノブと同軸にスプロケット 205 が回転自在に取付
けられており、スプロケット 205 の全外周には噛み合
い歯 206 が複数立設されている。この噛み合い歯 20
6 に、スプロケット 205 の外周の約半周の部分で噛み
合うようにして、チェーン 207 が係合しており、チェ
ーン 207 の両端にそれぞれ、第 1 のアングルワイヤ 2
08 の一端と第 2 のアングルワイヤ 209 の一端が取付
けられている。第 1 のアングルワイヤ 208 及び第 2 のア
ングルワイヤ 209 は蛇管 203 と湾曲部 204 の内部
を貫通し、湾曲部 204 の先端部の両側に各ワイヤの他
端が各々取付けられている。また、第 1 のアングルワイ
ヤ 208 及び第 2 のアングルワイヤ 209 は蛇管 203
内部において、それぞれ CP (コイルパイプ) 212 の
内部を貫通している。CP 212 は、操作部 202 と蛇
管 203 の境界に配設された仕切り板状の部材である CP
止め金 213 の開口に取付けられた管状の CP 止め 2
14 に一端が取付けられ、他端が蛇管 203 と湾曲部 2
04 の境目にある前口金 210 に同様に取付けられた CP
止め 214 に取付けられている。

【0006】 操作者が湾曲部 204 を操作する場合に
は、図示しないアングルノブを回転操作することによ
り、このアングルノブと同軸に形成されたスプロケット
205 を回転させる。例えば、図示したように矢印 A1
の方向にスプロケット 205 が回転すると、この回転運
動はスプロケット 205 と係合するチェーン 207 を介
して第 1 のアングルワイヤ 208 と第 2 のアングルワイ
ヤ 209 に伝えられ、第 1 のアングルワイヤ 208 は矢
印 B1 の方向に変位し、第 2 のアングルワイヤ 209 は
矢印 C1 の方向に変位する。この変位によって、湾曲部
204 において第 1 のアングルワイヤ 208 は蛇管 20
3 側に引き込まれて短くなり、この張力によって湾曲部
204 は上側に屈曲する。

【0007】 いま、アングルノブを逆方向に回転させ
ると、スプロケット 205 は矢印 A2 の方向に回転し、こ
の回転により第 1 のアングルワイヤ 208 は矢印 B2 の
方向に変位し、第 2 のアングルワイヤ 209 は矢印 C2
の方向に変位する。この結果、湾曲部 204 において、
第 2 のアングルワイヤ 209 は蛇管 203 側に引き込ま
れて短くなるので、湾曲部 204 は下側に屈曲する。

【0008】図示はしなかったが、湾曲部204を左右に屈曲させる機構も同様に構成されている。もちろん、実際の内視鏡では、観察用の光を光源より湾曲部4の先端に導く光ファイバーより成るライトガイドや、CCD等の撮像素子で撮像した画像信号を導く信号線等も湾曲部204や蛇管203の内部を貫通していることは言うまでもない。

【0009】上述の従来技術では、アングルノブを手動で操作したが、電動の機構を用いて湾曲部204を操作してもよい。例えば、特開平5-329097号公報には、内視鏡の光源装置にモータを配置し、このモータの回転をクラッチ板を介して、ユニバーサルケーブル内の回転伝達部材に伝え、この回転伝達部材の回転でスプロケットを回転させる機構が開示されている。

【0010】また、特開平8-286123号公報及び特開平8-19511号公報には、長期の繰り返し使用によって伸びてしまったアングルワイヤの張りを適切に再調整する技術が開示されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の内視鏡によって、アングルノブを一方向に回転させ、一方のアングルワイヤを蛇管側に引き込んで湾曲部を屈曲させると、他方のアングルワイヤに弛みが発生してしまう。これは、一方のアングルワイヤが蛇管側に引き込まれる量と理想的には同じだけ、他方のアングルワイヤがスプロケットによって送り出されるわけだが、主にアングルワイヤとCPの間の摩擦により、アングルワイヤが内視鏡先端までスムーズに送りだされず、途中で弛みが発生してしまうものである。

【0012】この弛みのため、アングルノブの回転方向を反転させて、内視鏡の先端を逆方向に振ろうとするばかり、アングルワイヤの弛みが解消されるまで内視鏡の先端が動かず、操作上の応答性を悪化させていた。また、アングルノブを使つての内視鏡の先端位置の微調整を困難にしていた。

【0013】本発明は上記課題に鑑み、操作性のよい内視鏡を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1の内視鏡は、湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤを駆動する駆動手段とを具備する内視鏡において、上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段をさらに具備することを特徴とする。

【0015】本発明の第2の内視鏡は、湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、上記アングルワイヤ

の変位方向を検出する変位方向検出手段と、上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力を用いて、上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段とを具備することを特徴とする。

【0016】本発明の第3の内視鏡は、湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、上記アングルワイヤの張力を検出する張力検出手段と、上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出手段と、上記張力検出手段と上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力を用いて、上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段とを具備することを特徴とする。

【0017】すなわち、本発明の第1の内視鏡は、湾曲部をアングルワイヤで駆動する場合に、アングルワイヤの弛みが制御される。本発明の第2の内視鏡は、湾曲部をアングルワイヤで駆動する場合に、アングルワイヤの基準位置からの変位とアングルワイヤの変位方向を検出して、この出力をもとにアングルワイヤの弛みが制御される。

【0018】本発明の第3の内視鏡は、湾曲部をアングルワイヤで駆動する場合に、アングルワイヤの張力とアングルワイヤの基準位置からの変位とアングルワイヤの変位方向を検出して、この出力をもとにアングルワイヤの弛みが制御される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施の形態）図1は本実施の形態の内視鏡の説明図である。本実施の形態の関わる内視鏡は操作を電動化し、操作部に取付けたモータの回転を制御することによって湾曲部の操作をする、いわゆる電動内視鏡になっている。また、本実施の形態は操作部の構成及び制御方法に特徴があり、蛇管や湾曲部の構成は図13を参照して説明した従来技術と同様であるので、これらの部分は説明を省略する。また、従来技術の説明と同様に、湾曲部を左右に屈曲させる構成については記述を省略している。

【0020】内視鏡1は操作部2、蛇管3、湾曲部4に大別され、蛇管3および湾曲部4は、上述した従来技術と同様の構成である。操作部2の外には、ロータリエンコーダ10、モータ11、ギヤヘッド12が取付けられており、ギヤヘッド12の回転軸は操作部2内部のスプロケット5とも同軸になっている。スプロケット5の外周には、全外周に渡って噛み合い歯6が複数立設されており、スプロケット5の外周の約半周の部分で噛み合うようにして、チェーン7が係合しており、チェーン7の両端にそれぞれ、第1のアングルワイヤ8の一端と第2のアングルワイヤ9の一端が取付けられている。この第

1のアングルワイヤ8及び第2のアングルワイヤ9は蛇管3の中に配設されたCP(コイルパイプ)の中を貫通して、湾曲部4の先端に結合していることは従来技術と同様である。また、各アングルワイヤの張力を検出するテンションセンサー13が各々設置されている。

【0021】モータ11は駆動手段に対応し、図示しない制御回路によって制御され、ギヤヘッド12を介してスプロケット5を自在に回転させることにより、第1のアングルワイヤ8及び第2のアングルワイヤ9を駆動する。

【0022】ギヤヘッド12はモータ11の回転をスプロケット5の回転に相応しい回転速度に変換する機構である。ロータリエンコーダ10は変位検出手段および変位方向検出手段に対応し、モータ11の回転量及び変位目標との差異を検出することにより、アングルワイヤの基準位置よりの変位及びアングルワイヤの変位方向を検出する部材である。もちろん、モータ11の回転量及び変位目標との差異を検出する代わりに、スプロケット5の回転量及び回転方向を検出してもよいし、アングルワイヤの変位および変位方向を直接検出する構成としてもよい。

【0023】テンションセンサー13は張力検出手段に対応し、各アングルワイヤに対応して設けられている。構造としては、アングルワイヤを一方より2つの定滑車で、他方より1つの動滑車で挟み込む。動滑車はアングルワイヤへの垂線方向に所定距離移動可能であり、アングルワイヤに押し付く方向に付勢されている。アングルワイヤからはその張力に応じて、上記付勢方向と逆方向の反発力が滑車に伝わるので、この反発力によって動滑車がアングルワイヤから遠ざかる方向に移動する量を測定することにより、アングルワイヤの張力を検出することができる。

【0024】また、図1には示されていない制御部は、弛み制御手段及び駆動制御手段に対応し、モータ11の駆動速度を変化させることにより弛みを制御する。制御部の制御内容は図6を用いて後述する。

【0025】操作者が湾曲部4を操作しようとする場合、図示しない操作入力部を操作して、変位目標情報を含む操作指令信号を図示しない制御部に送る。入力操作部は操作手段に対応し、アングルワイヤの駆動指令を発生する部位である。制御部はこの操作指令信号に対応したモータの制御命令を生成して、モータ11へ制御命令を送る。モータ11は制御命令に基づいて回転軸を回転させ、その回転はギヤヘッド12により異なる速度に変更され、スプロケット5が回転する。スプロケット5の回転は係合するチェーン7を経由して第1のアングルワイヤ8及び第2のアングルワイヤ9に伝達され、第1のアングルワイヤ8と第2のアングルワイヤ9は逆方向に変位する。この変位により、湾曲部4の先端が上下に屈曲する。

【0026】ロータリエンコーダ10は、モータ11の回転および変位目標との差異を測定することにより、第1のアングルワイヤ8及び第2のアングルワイヤ9の変位及び変位方向を検出する。また、テンションセンサー13は各アングルワイヤの張力を検出する。

【0027】次に、図2を用いて、この内視鏡1の内部で発生するアングルワイヤの弛みを説明する。図2はアングルワイヤの弛みの発生を説明する模式図である。図2(a)はアングルワイヤに弛みが無く、湾曲部4も屈曲していない初期状態を示して、スプロケット5にはチェーン7に係合し、チェーン7の一端に第1のアングルワイヤ8の一端が結合され、第1のアングルワイヤ8の他端は、内視鏡の湾曲部を近似する弾性梁20の先端部21に固定されている。チェーン7の他端に第2のアングルワイヤ9の一端が結合され、第2のアングルワイヤ9の他端は、弾性梁20の先端部21に固定されている。弾性梁20は固定部22のみが空間的に固定され、それ以外の部位は弾性をもって屈曲するようになっているので、第1のアングルワイヤ8あるいは第2のアングルワイヤ9に引っ張られることにより屈曲可能になっている。

【0028】各アングルワイヤの途中には、アングルワイヤが受ける摩擦抵抗を近似するため、パッド23が両側からアングルワイヤを挟むように複数配設されている。また、弾性梁20とアングルワイヤの角度を適切にし、弾性梁を容易に屈曲可能にするための、ガイド滑車24が複数配設されている。各アングルワイヤの途中には変位を検出するための仮想的なマーク26及び27がつけられており、初期状態では、各マークは基準線25上に位置している。

【0029】いま、図2(a)の状態では、スプロケット5が回転しておらず、各アングルワイヤに弛みはなく、弾性梁20も真っ直ぐになっている。ここで、スプロケット5を矢印Lの方向に θ だけ回転させて、各アングルワイヤを変位させた場合の様子を図2(b)に示す。スプロケット5の回転にともない、チェーン7を通じて第1のアングルワイヤ8がスプロケット5側に巻き取られる。この場合、スプロケット5の半径を r とすると、 $r\theta$ の長さが巻き取られることになる。これにより、第1のアングルワイヤのマーク26は基準線25より $r\theta$ だけ左側に変位する。

【0030】一方、第2のアングルワイヤ9は、スプロケット5の回転によって $r\theta$ だけスプロケット5より押し出される。しかし、アングルワイヤは可撓性をもつため、パッド23で近似される周囲との摩擦によって途中で弛みを発生させる。この弛み量を Δx とすると、第2のアングルワイヤのマーク27は基準線25より、 $r\theta - \Delta x$ しか右に変位しない。この弛み量 Δx は、アングルワイヤと周囲との摩擦を低減すれば軽減されるが、これは困難である。また、このときの弾性梁20の先端2

1の屈曲量を h とする。

【0031】次に、スプロケット5を反転させて、矢印Rの方向に初期状態より θ だけ回転させ、各アングルワイヤを変位させたときの状態を図2(c)に示す。この場合は、スプロケット5の回転に伴い、徐々に第2のアングルワイヤの弛みが解消されてゆくが、弛みが残っているうちは、第2のアングルワイヤには張力が発生しない。このため、弾性梁20の屈曲を戻して逆方向に屈曲させてゆく力も、弾性梁20の弾性力のみで第2のアングルワイヤの張力の寄与分がない。このため、アングルワイヤと周囲との摩擦にもよるが、この区間での弾性梁20の屈曲は、第2のアングルワイヤに初めから弛みが無かった場合に比較して、かなり小さなものになる。通常では、アングルワイヤと周囲の摩擦が十分高いので、この区間では弾性梁20は屈曲しない不感区間となっている。

【0032】さらに、スプロケット5を回転させてゆくと、第2のアングルワイヤの弛みも解消され、弾性梁20は屈曲を開始する。スプロケット5が基準位置より θ だけ矢印Rの方向に変位した位置では、弾性梁20は図2(b)の時とは逆に下方向に屈曲しているが、この時の屈曲量 h' は、屈曲開始が遅れる分だけ少なくなり、 h' は図2(b)の時の屈曲量 h より小さくなる。

【0033】このように、一旦アングルワイヤに弛みが発生すると、この弛みにより、スプロケット5の回転に湾曲部4が追従して屈曲しない不感区間が発生する。このため、スプロケット5の回転動作と湾曲部4の屈曲はヒステリシスを有するようになり、スプロケットを逆方向に同量だけ回転させた場合でも、湾曲部4の屈曲は異なる量となる。

【0034】この様子を図3～図5で説明する。アングルワイヤの弛みは基準位置よりの変位量(基準位置より右、あるいは左にどの程度変位しているか)及び、変位運動の方向(右に変位中か、左に変位中か)に大きく関係する。しかし、内視鏡には複数のアングルワイヤが使用されているので、変位を説明するにあい、どのアングルワイヤの変位かをいちいち記述しなければならず繁雑である。一方、これらのアングルワイヤの変位はスプロケット5の回転に連動するので、アングルワイヤの変位量や変位方向を記述する場合、スプロケットの回転量や方向を代わりに記載すれば、アングルワイヤを特定する必要もなく、簡潔にアングルワイヤの変位状態を説明できる。このため、図3～図5では、アングルワイヤの基準位置からの変位の代わりにスプロケットの基準位置よりの回転量を用い、アングルワイヤの変位方向の代わりにスプロケットの回転方向を用いて説明している。

【0035】図3で横軸はスプロケット5の基準位置よりの回転角度であり、左回り(反時計回り)方向の回転を正とし、右回り(時計回り)の回転を負としている。これは即ち、アングルワイヤの基準位置よりの変位量に

対応する量である。縦軸はスプロケット5の回転速度であり、水平座標軸より上にあれば左回りに回転中であり、下にあれば右回りに回転中である。これは即ち、アングルワイヤの変位方向に対応している。

【0036】このように座標軸をとると、図3の象限①ではスプロケットは基準位置より左(正)に回転しており、回転運動の方向は左である。このため、第1のアングルワイヤ8は基準位置より左にあり、左に変位中である。第2のアングルワイヤ9は基準位置より右にあり、右に変位中である。

【0037】象限②では、スプロケットは基準位置より左に回転しており、回転運動の方向は右である。このため、第1のアングルワイヤ8は基準位置より左にあり、右に変位中である。第2のアングルワイヤ9は基準位置より右にあり、左に変位中である。

【0038】象限③では、スプロケットは基準位置より右に回転しており、回転運動の方向は右である。このため、第1のアングルワイヤ8は基準位置より右にあり、右に変位中である。第2のアングルワイヤ9は基準位置より左にあり、左に変位中である。

【0039】象限④では、スプロケットは基準位置より右に回転しており、回転運動の方向は左である。このため、第1のアングルワイヤ8は基準位置より右にあり、左に変位中である。第2のアングルワイヤ9は基準位置より左にあり、右に変位中である。

【0040】いま、スプロケット5を象限①、②、③、④の順に回転させてゆくとする。この様子を図4に示す。まず、象限①では第2のアングルワイヤ9がスプロケット5より押し出されつつあるので、第2のアングルワイヤ9に弛みが蓄積されつつある。次に、スプロケット5の回転方向が反転し、象限②に移ると、第2のアングルワイヤ9の弛みが解消され、その後、第2のアングルワイヤに張力が発生する。各アングルワイヤの回転位置が基準位置を越えて、象限③に移ると、今度は第1のアングルワイヤ8がスプロケット5により押し出されるので、第1のアングルワイヤ8に弛みが蓄積されてゆく。そして、スプロケット5の回転方向が反転し、象限④に移ると、第1のアングルワイヤ8の弛みが解消され、その後、第1のアングルワイヤ8に張力が発生する。

【0041】上述したように、発生した弛みが解消するまでの区間は、スプロケット5の回転に湾曲部4の屈曲が追従しない不感区間となるので、図4の象限②及び象限④で不感区間が存在することになる。すなわち、基準位置よりある角度スプロケットを回転させ、その回転位置からスプロケット5を逆転させて基準位置まで戻すあい、基準位置まで戻る区間で不感区間が存在し、内視鏡の操作性が悪化する。

【0042】図5は実際の内視鏡のスプロケットの操作に近づけるため、スプロケット5の回転を小刻みに切り

換えた場合の説明図だが、図の②④の部分は内視鏡の操作性が悪化する区間である。このように、実際の内視鏡の操作において、頻繁に操作性が悪化する現象が発生している。

【0043】次に、本実施の形態におけるアングルワイヤの弛みの制御を説明する。図6は本実施の形態の内視鏡各部における制御情報の流れを示すブロック図である。この図では、アングルワイヤの変位目標値情報を入力とし、この変位目標値情報にアングルワイヤの実際の変位を近づけるべく、情報を帰還させて制御する様子を

描いている。
【0044】操作者より与えられたアングルワイヤの変位目標値情報は入力ブロック101に入力され、加算器102、差分器103、補償器104、増幅器105を経由してモータの制御電圧情報としてモータブロック106に入力する。モータブロック106では、この情報からモータの回転によって回転角情報と回転トルク情報が発生し、スプロケット・チェーンブロック107に入力される。スプロケット・チェーンブロック107では、これらの情報から、スプロケット5の回転によりスプロケットに係合するチェーン7の張力情報と変位情報が発生し、内視鏡ブロック108に入力する。内視鏡ブロック108ではこれらの情報から、チェーン7と接続された第1及び第2のアングルワイヤが駆動され、第1のアングルワイヤの張力情報と、第2のアングルワイヤの張力情報と、湾曲部4先端の屈曲変位情報が発生する。

【0045】また、モータブロック106で発生した回転角情報は、アングルワイヤの基準位置からの変位を示す情報として、差分器103の減算入力側と状態判定ブ

ロック109にも入力される。さらに系への入力である*

象限②において	$T_2 < T_h$ のとき	$TC = T_2 - T_h$
	$T_2 \geq T_h$ のとき	$TC = 0$
象限④において	$T_1 < T_h$ のとき	$TC = -(T_1 - T_h)$
	$T_1 \geq T_h$ のとき	$TC = 0$
上記以外の象限		$TC = 0$

ここで、TCは補正值、T1は第1のアングルワイヤの張力、T2は第2アングルワイヤの張力、Thはワイヤの弛みを判断するスレッシュホールド値である。Thは例えば200gf程度に設定されている。

【0049】この式を説明する。例えば象限②は基準位置より左に振られたスプロケットが基準位置に戻って行く方向に移動する象限である。ここでは、始め第2のアングルワイヤには弛みがあり、それがスプロケットの回転により解消されてゆく。また、第1のアングルワイヤの張力T1は始めは強いが、変位が基準位置に近づくにつれて減少してゆく。このため、初期の $T_2 < T_h$ の区間では、補正值TCを $T_2 - T_h$ としている。この場合TCは負の値となるが、スプロケットは回転角 θ が減少する方向で回転中なので、負の補正值をとることは、よ

*変位目標情報は、微分ブロック112で変位方向情報に変換され、変位方向の情報として状態判定ブロック109に入力される。このように、状況判定ブロック109には、アングルワイヤの基準位置からの変位を示す情報と、アングルワイヤの変位方向を示す情報が入力され、状況判定ブロックではこれらの情報から、図3で説明した象限のうち、現在どの象限にアングルワイヤがあるかを示す象限状態情報を発生する。

【0046】この象限状態情報と、内視鏡ブロック108で発生した、第1のアングルワイヤの張力情報と、第2のアングルワイヤの張力情報は張力補償ブロック110に入力される。張力補正ブロックではこれらの情報から、補償情報を発生させ、加算器102に入力することで帰還が完成する。

【0047】次に、状況判定ブロック109の処理の内容を説明する。まず、状況判定ブロック109でアングルワイヤの基準位置からの変位を示す情報と、アングルワイヤの変位方向を示す情報を用いて、図3で説明した象限のうち、現在どの象限にアングルワイヤがあるかを判断する。すなわち、図3の説明で記載したように、スプロケットの回転角 θ 、回転方向を θ とすると、正なら左、負なら右であるので、

$\theta > 0$	かつ	$\theta > 0$	象限①
$\theta > 0$	かつ	$\theta < 0$	象限②
$\theta < 0$	かつ	$\theta < 0$	象限③
$\theta < 0$	かつ	$\theta > 0$	象限④

このように象限を判断し、象限状態情報を発生する。

【0048】つぎに、張力補償ブロック110の処理の内容を説明する。張力補償ブロック110では、次の式により補償情報である補正值を生成している。

り回転の速度を速める方向に補正することを意味する。また、T2がスプロケットの回転につれて増加し、 $T_2 = T_h$ となった後は、 $TC = 0$ としている。

【0050】このTCは増幅器111で所定の倍率に増幅され、加算器102で変位目標値情報と加算され、差分器で103でモータの回転角情報との差分が取られて、補償器104に入力され、モータの制御電圧信号が生成される。補償器104への入力PIDは、
 $PID = \theta_d - \theta + a \times TC$
となる。但し、 θ_d は変位目標情報、 θ は回転角情報、aは増幅器111の増幅率であり、

【0051】

【数1】

$$PID = p(\theta d - \theta) + I \int (\theta d - \theta) dt + D \frac{d(\theta d - \theta)}{dt} + a \times TC$$

【0052】という一般的なPIDフィルタを構成することも可能である。ここで、PはPゲイン、IはIゲイン、DはDゲインである。この式より分かるように、象限①③では変位目標と現在の回動角情報の差に基づいてモータが制御されるが、象限②④ではアングルワイヤの張力に基づいた数値 $a \times TC$ だけ制御量が変化する。TCは始め象限②では負、象限④では正であり、徐々に絶対値が減少して0になるので、モータの駆動速度が始めは速く、後半には通常の速度になるように制御される。このため、始めの速い動きの分、アングルワイヤの張力が速く回復し、アングルワイヤの弛みが早く解消される。

【0053】このように、本制御では、アングルワイヤの基準位置からの変位情報と、アングルワイヤの変位方向情報と、アングルワイヤの張力情報を用いて、補償情報を発生し、これを帰還させてアングルワイヤの張力を制御し、弛みを制御している。

【0054】なお、アングルワイヤの基準位置からの変位情報はロータリエンコーダ10の出力を用いて検出し、アングルワイヤの変位方向情報は変位目標入力を微分して検出し、アングルワイヤの張力情報はテンションセンサー13で検出することは上述した通りである。

【0055】本実施形態の制御結果を実測結果で説明する。図7はスプロケット5を回動させて、象限①から、象限②、象限③、象限④と操作した場合の、各アングルワイヤに加わる張力の変化を示すものである。象限①において、スプロケットの回動を表わす曲線31の変化にともなって、操作部2に近い部位の第1のアングルワイヤの張力曲線32及び湾曲部4に近い部位の第1のアングルワイヤの張力曲線33が上昇している。象限②に入ると第1のアングルワイヤの張力曲線32・33は初期に急激に減少し、その後徐々に減少している。これは、本実施形態の弛み制御をすることにより、象限②の初期でモータが素早く駆動され、この結果、第1のアングルワイヤの張力が急激に変化しているものである。同様に、象限③において、スプロケットの回動を表わす曲線31の変化にともなって、操作部2に近い部位の第2のアングルワイヤの張力曲線34及び湾曲部4に近い部位の第2のアングルワイヤの張力曲線35が上昇している。象限④に入ると第2のアングルワイヤの張力曲線34・35は初期に急激に減少し、その後徐々に減少している。これも、本実施形態の弛み制御をすることにより、象限④の初期でモータが素早く駆動され、この結果、第2のアングルワイヤの張力が急激に変化しているものである。

【0056】なお、図7のグラフにおいて、波形の乱れ（小さなリップル）が見られるが、これはローパスフィルタ等のレスポンスを緩和する手段を追加することにより改善可能である。例えば、図6のブロック図におい

て、増幅器111の出力側と微分器112の出力側にローパスフィルタを挿入すれば、より好ましい特性が得られる。

【0057】図8はスプロケット5を回動させて、象限①から、象限②、象限③、象限④と操作した場合の、各アングルワイヤの変位位置を、本実施形態の制御をした場合と制御をしなかった場合で比較した図である。湾曲部4はアングルワイヤに引っ張られて屈曲するため、張力を持っている方のアングルワイヤの変位量と湾曲部4の屈曲量は対応している。このため、象限①と②では第1のアングルワイヤの変位量が、象限③と④では第2のアングルワイヤの変位量が湾曲部4の屈曲に対応する。

【0058】制御を実施しなかった場合は、象限①でスプロケット5の回動を示す曲線41とともに第1のアングルワイヤの変位曲線42が上昇している。しかし、象限②に入るとスプロケット5の回動を示す曲線41の減少するタイミングより、第1のアングルワイヤの変位曲線42が減少するタイミングが遅れてる。また、象限③でスプロケット5の回動を示す曲線41とともに第2のアングルワイヤの変位曲線42が減少している。しかし、象限④に入るとスプロケット5の回動を示す曲線41の上昇するタイミングより、第2のアングルワイヤの変位曲線43が上昇するタイミングが遅れてる。このように、制御を実施していない場合には、スプロケット5の回動の反転のタイミングと、張力をもつ方のアングルワイヤ（象限①②では第1、象限③④では第2）の変位の反転のタイミングがずれている。

【0059】制御を実施した場合には、スプロケット5の回動を示す曲線41の反転のタイミングに合わせて、第1のアングルワイヤの変位曲線44の反転のタイミングや第2のアングルワイヤの変位曲線45の反転のタイミングが来ている。

【0060】これより、内視鏡の応答性が改善され、スプロケット5の回動運動に湾曲部4の屈曲運動がレスポンス良く追従するようになったことが判る。

（第2の実施の形態）次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。第1の実施の形態はアングルワイヤの変位情報と変位方向情報と張力情報を用いて、アングルワイヤの弛みを制御しているが、本第2の実施の形態は、アングルワイヤの張力情報は用いていないことを特徴とする。

【0061】本実施の形態は、アングルワイヤの張力情報を用いない点のみが第1の実施の形態と異なり、他の点は同様であるので、以下の説明では、重複部分の説明を省略し、差異の部分のみ説明する。

【0062】図9は本実施の形態の内視鏡の説明図である。図1に比較して、テンションセンサーが無い点のみが異なっており、後は同様である。図10は本実施の形

態の内視鏡各部における制御情報の流れを示すブロック図である。図6に比較して、内視鏡ブロック108よりの各アングルワイヤの張力情報を示す矢印が無い点が異なり、後は同様である。

【0063】本実施の形態では張力補償ブロック110の作用のみが異なっているので、この点を説明する。アングルワイヤの弛みを制御するには、現在の弛みの状態を推定し、弛みが多い状態ではスプロケットを素早く回転させて弛みを速く巻き取り、弛みが無い状態ではスプロケットを遅く回転させて、前に速く回転させた分とバランスをとる必要がある。このように弛みの状態を推定するには張力を使う方法もあるが、アングルワイヤの変位情報と変位方向情報を用いても推定することができる。本実施の形態においては、張力補償ブロック110は、次の式により補償情報である補正值TCを生成している。

【0064】象限②④において

【0065】

【数2】

$$TC = -\theta \times e^{-1/T}$$

【0066】上記以外の象限 $TC = 0$

θ はロータリエンコーダ10で測定される基準位置よりのモータの回転量であり、アングルワイヤの変位量に対応する。また、 T は張力補償量の減衰率を決める量、 t は判定②④によって張力補償が行なわれている経過時間を示す。

【0067】この式においては、象限②④においてモータの回転がまだ大きい区間では、まだアングルワイヤの変位量も大きく、蓄積された弛みも大きいので、補正值TCが大きな値をとるようになっている。また、象限が切り換ってから時間が経過するとともに、モータが回転して基準位置に近づくにつれ、補正量TCはゼロに漸近してゆくことになる。

【0068】この補償値TCを用いて、補償器104への入力PIDを

象限②④において $TC = k$

$TC = -k$

上記以外の象限 $TC = 0$

ここで、 k は予め決めておいた値であり、良好な特性がえられるように実験的に求めたものである。また、テンションスイッチが入る張力も実験的に求められている。

【0074】本実施の形態は他の点では第1の実施の形態を同様である。本実施の形態においては、テンションスイッチのオン・オフで簡易に制御しているので、回路が簡易化できる。また、テンションセンサーの調整等が不要になり、メンテナンスが容易となる。

【0075】上記各実施の形態では、アングルワイヤの変位を検出するのに、モータ11の回転量をエンコーダ

*PID = $\theta d - \theta + a \times TC$

としているのは、第1の実施の形態と同じである。但し、 θd は変位目標情報、 θ は回転角情報、 a は増幅器111の増幅率である。

【0069】本実施の形態では、テンションセンサーを不要にして構成したので、部品数の削減、調整の簡易化等に優れたものである。

(第3の実施の形態) 次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。第3の実施の形態はアングルワイヤの変位情報と変位方向情報と張力情報を用いてアングルワイヤの弛みを制御しているが、この際、張力は所定の張力以上か以下かを検出するスイッチで2値的に測定するととどまり、構成の簡易化を図っている。

【0070】本実施の形態は、アングルワイヤのアナログ張力情報を用いない点のみが第1の実施の形態と異なり、他の点は同様であるので、以下の説明では、重複部分の説明を省略し、差異の部分のみ説明する。

【0071】内視鏡の説明図は、第1の実施形態と同様に図1で表わされるが、テンションセンサー13がテンションスイッチである点が異なっている。内視鏡各部における制御情報の流れを示すブロック図は、第1の実施の形態と同様に図6で表わされるが、張力情報の矢印の中身が2値である点が異なっている。

【0072】図11は本実施の形態における、テンションスイッチを示している。構造としては、アングルワイヤを一方より2つ、他方より1つの滑車51で挟み込み、この他方よりの1つ滑車51がアングルワイヤへの垂線方向に移動可能であり、アングルワイヤに押し付く方向に付勢されている。この移動可能な1つの滑車の移動経路中にリミットスイッチ52を設け、アングルワイヤに加わる張力が所定の値以上の場合は、滑車51が移動して、このリミットスイッチ52が押下されるように構成されている。このようなテンションスイッチを用いて、アングルワイヤの張力の所定の値、例えば400gf以上になったことを検出することができる。

【0073】このテンションスイッチよりの情報を用いて、以下のように補償値TCを作成している。

(スイッチオン)

(スイッチオフ)

10で検出し、これよりギヤヘッド12の変速比を考慮してスプロケット5の回転量を計算し、これをスプロケット5の半径 r を考慮してアングルワイヤの変位量にしている。しかし、アングルワイヤの変位を直接検出してもよいのはもちろんである。例えば、アングルワイヤの表面に反射率の異なる縞模様を周期的につけ、この縞模様を光を照射し、反射光の強度変化を検出すれば、変位方向が既知ならアングルワイヤの変位を検出することができる。また、ラックピニオン的な機構をアングルワイヤに設けて、アングルワイヤの直線運動を回転運動に変

換し、ロータリエンコーダで検出してもよい。

【0076】また、図12に示すように、スプロケット5にポテンショメータ53を取付け、より精密に測定するように構成してもよい。また、ポテンショメータを絶対値型にして、パワーシャットダウン後もゼロ点を失わないように構成することも可能である。

【0077】また、テンションセンサーは、圧力スイッチ・テンションアーム・ピエゾ圧電素子・歪みゲージ等を用いて構成可能であり、さらには、モータの電流値より推定してもよい。

【0078】上記各実施の形態では、アングルワイヤの変位目標情報よりアングルワイヤの変位方向を判断し検出している。しかし、変位検出手段で検出したアングルワイヤの変位量を微分して変位速度を求め、変位方向を検出してもよい。

【0079】また、上記各実施の形態では、アングルワイヤの変位量と変位方向で象限を4つに区分して、各象限に応じて制御を切り換えたが、これに限定されず、より細かな条件を設けてアングルワイヤの弛みを精密に制御してもよいことはもちろんである。また、この際、アングルワイヤの変位速度や変位加速度など、他のパラメータを追加してもよい。

【0080】さらに、スプロケットはアングルノブで手動によって回動させ、弛み調整用にモータで回動動作を補助させてもよい。本発明には以下の構成も含まれる。

(付記1) 湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤを駆動する駆動手段とを具備する内視鏡において、上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段をさらに具備することを特徴とする内視鏡。

【0081】この構成においては、湾曲部をアングルワイヤで駆動する場合に、アングルワイヤの弛みが制御される。これによって操作性の優れた内視鏡が提供できる。

(付記2) 湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出手段と、上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力を用いて、上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段とを具備することを特徴とする内視鏡
この構成においては、湾曲部をアングルワイヤで駆動する場合に、アングルワイヤの基準位置からの変位と変位方向を検出して、変位と変位方向をもとにアングルワイヤの弛みが制御される。これによって操作性の優れた内視鏡が提供できる。

(付記3) 湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤ

と、上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、上記アングルワイヤの張力を検出する張力検出手段と、上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出手段と、上記張力検出手段と上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力を用いて、上記アングルワイヤの弛みを制御する弛み制御手段とを具備することを特徴とする内視鏡。

【0082】この構成においては、操作部をアングルワイヤで駆動する場合にアングルワイヤの張力と基準位置からの変位と変位方向を検出して、張力と変位と変位方向をもとにアングルワイヤの弛みが制御される。これによって操作性の優れた内視鏡が提供できる。

(付記4) 湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出手段と、上記駆動手段を制御する駆動制御手段とを具備し、上記駆動制御手段は、上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力が所定の条件を満足した場合とそれ以外の場合では、異なる制御をすることを特徴とする内視鏡。

【0083】この構成においては、操作部をアングルワイヤで駆動する場合にアングルワイヤの基準位置からの変位と変位方向を検出して、変位と変位方向が所定の条件を満足した場合とそれ以外の場合ではアングルワイヤの駆動が異なるように制御される。これによって操作性の優れた内視鏡が提供できる。

(付記5) 湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤの駆動指令を発生させる操作手段と、上記操作手段の駆動指令に従って上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、上記アングルワイヤの張力を検出する張力検出手段と、上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出手段と、上記駆動手段を制御する駆動制御手段とを具備し、上記駆動制御手段は、上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力が所定の条件を満足した場合は、上記駆動指令による変位目標と上記張力検出手段の出力と上記変位検出手段の出力と上記変位方向検出手段の出力に基づいて制御し、それ以外の場合では、上記駆動指令による変位目標と上記変位検出手段の出力に基づいて制御をすることを特徴とする内視鏡。

【0084】この構成においては、操作部をアングルワイヤで駆動する場合にアングルワイヤの張力と基準位置からの変位と変位方向を検出して、変位と変位方向が所定の条件を満足した場合に変位目標と張力と変位と変位方向に基づいてアングルワイヤの駆動を制御し、それ以

外の場合では変位目標と変位に基づいてアングルワイヤの駆動が制御される。これによって操作性の優れた内視鏡が提供できる。

【0085】(付記6) 湾曲部を有する可撓管と、上記可撓管に配設され、上記湾曲部の湾曲操作を行なうアングルワイヤと、上記アングルワイヤの駆動指令を発生させる操作手段と、上記操作手段の駆動指令に従って上記アングルワイヤを駆動する駆動手段と、上記アングルワイヤの張力を検出する張力検出手段と、上記アングルワイヤの基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、上記アングルワイヤの変位方向を検出する変位方向検出手段と、上記駆動手段を制御する駆動制御手段とを具備し、上記駆動制御手段は、上記変位検出手段と上記変位方向検出手段の出力より、変位が基準位置に近づくように変化していれば上記駆動指令による変位目標と上記張力検出手段の出力と上記変位検出手段の出力と上記変位方向検出手段の出力に基づいて制御をし、変位が基準位置から遠ざかるように変化していれば上記駆動指令による変位目標と上記変位検出手段の出力に基づいて制御をすることを特徴とする内視鏡。

【0086】この構成においては、操作部をアングルワイヤで駆動する場合にアングルワイヤの張力と基準位置からの変位と変位方向を検出して、変位と変位方向より変位が基準位置に近づくように変化していれば変位目標と張力と変位と変位方向に基づいてアングルワイヤの駆動を制御し、変位が基準位置から遠ざかるように変化していれば変位目標と変位に基づいてアングルワイヤの駆動が制御される。これによって操作性の優れた内視鏡が提供できる。(付記7) 上記張力制御手段または駆動制御手段は、レスポンスを緩和する緩和手段をさらに具備することを特徴とする付記1から付記6の何れかに記載の内視鏡。

【0087】この構成においては、付記1～付記6記載の内視鏡において、さらに特性が優れた制御ができる。

(付記8) 内視鏡のアングルワイヤの駆動を制御する方法であり、アングルワイヤの駆動指令を発生し、アングルワイヤの基準位置からの変位を検出し、アングルワイヤの変位方向を検出し、上記駆動指定に従って、上記変位と変位方向に基づいてアングルワイヤの弛みを抑制するようにアングルワイヤを駆動することを特徴とする内視鏡のアングルワイヤ駆動方法。

【0088】この方法によれば、操作性のよい、内視鏡のアングルワイヤの駆動方法を提供できる。(付記9)

内視鏡のアングルワイヤの駆動を制御する方法であり、アングルワイヤの駆動指令を発生し、アングルワイヤの張力を検出し、アングルワイヤの基準位置からの変位を検出し、アングルワイヤの変位方向を検出し、上記

駆動指定に従って、上記張力と上記変位と変位方向に基づいてアングルワイヤの弛みを抑制するようにアングルワイヤを駆動することを特徴とする内視鏡のアングルワイヤ駆動方法。

【0089】この方法によれば、操作性のよい、内視鏡のアングルワイヤの駆動方法を提供できる。

【発明の効果】本発明の内視鏡によれば、操作性に優れた内視鏡を提供できる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の第1および第3の実施の形態の内視鏡を説明する模式図である。

【図2】アングルワイヤの弛みの発生を説明する模式図である。

【図3】アングルワイヤの基準位置よりの変位と変位方向の区分を説明する図である。

【図4】アングルワイヤの変位と変位方向の切り換えを説明する図である。

【図5】アングルワイヤの変位と変位方向の実際場面での切り換えを説明する図である。

20 【図6】本発明の第1および第3の実施の形態における制御情報の流れを示すブロック図である。

【図7】スプロケットの回転にともなうアングルワイヤの張力の変化を示す実験結果の図である。

【図8】スプロケットの回転にともなうアングルワイヤの変位の応答について、本発明の制御をしない場合とした場合を比較した実験結果の図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態の内視鏡を説明する模式図である。

30 【図10】本発明の第2の実施の形態における制御情報の流れを示すブロック図である。

【図11】テンションスイッチの構造を説明する図である。

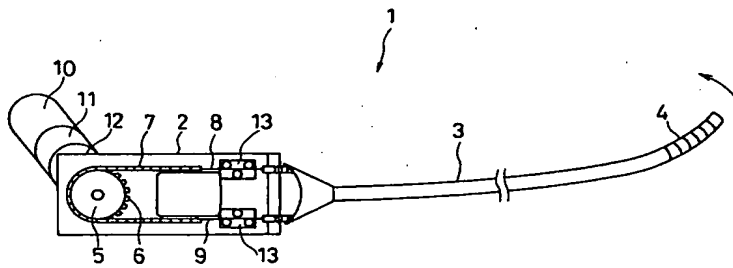
【図12】ポテンシオメータの取付けを説明する図である。

【図13】従来技術の内視鏡を説明する図である。

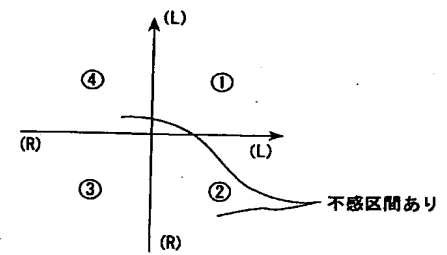
【符号の説明】

- | | |
|----|------------|
| 1 | 内視鏡 |
| 2 | 操作部 |
| 3 | 蛇管 |
| 4 | 湾曲部 |
| 5 | スプロケット |
| 7 | チェーン |
| 8 | 第1のアングルワイヤ |
| 9 | 第2のアングルワイヤ |
| 10 | ポテンシオメータ |
| 11 | モータ |
| 13 | テンションメータ |

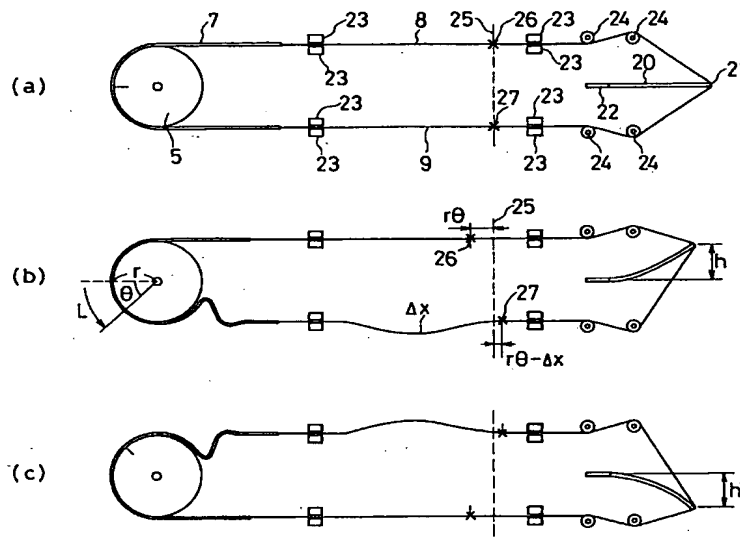
【図 1】



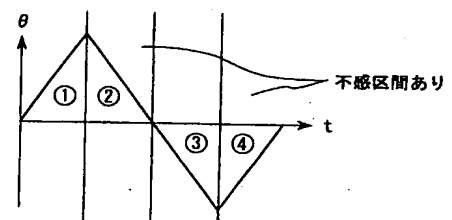
【図 3】



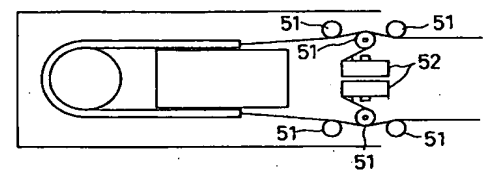
【図 2】



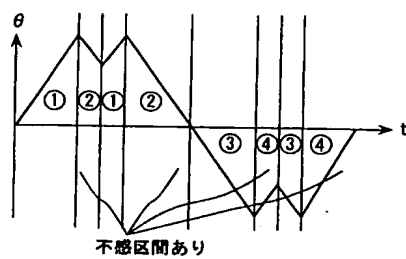
【図 4】



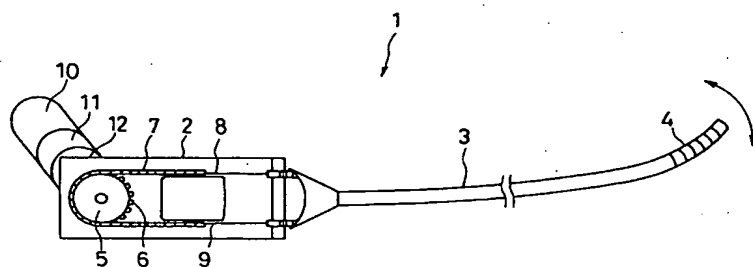
【図 11】



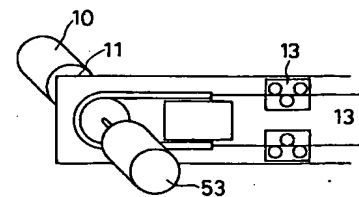
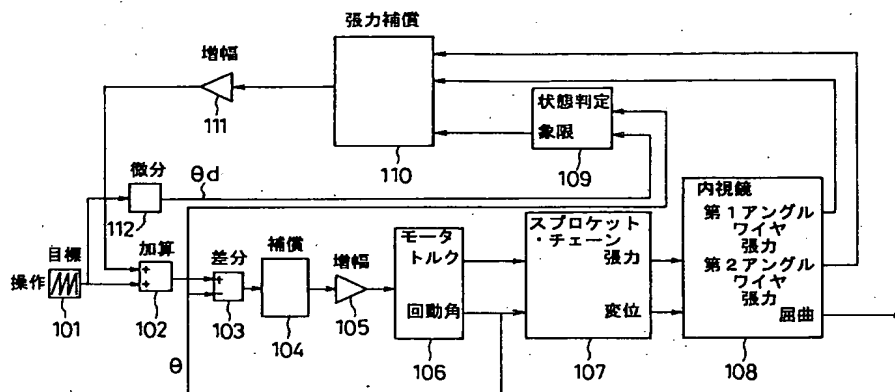
【図 5】



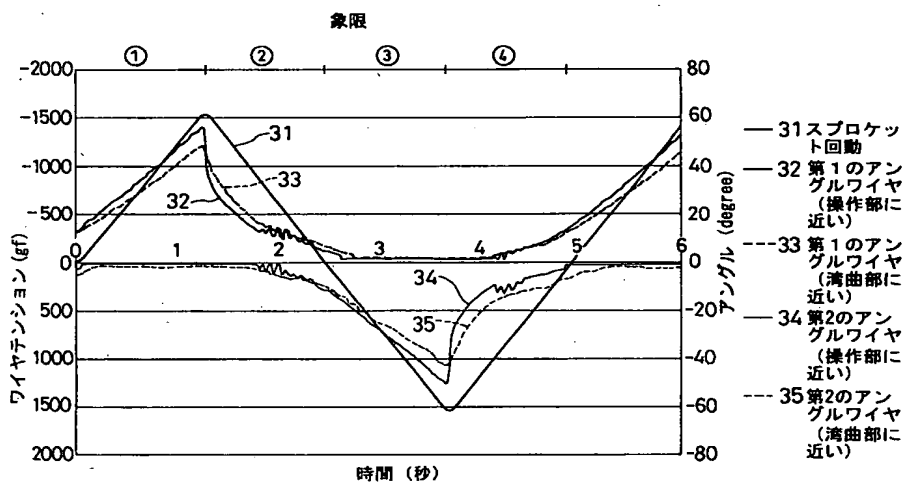
【図 9】



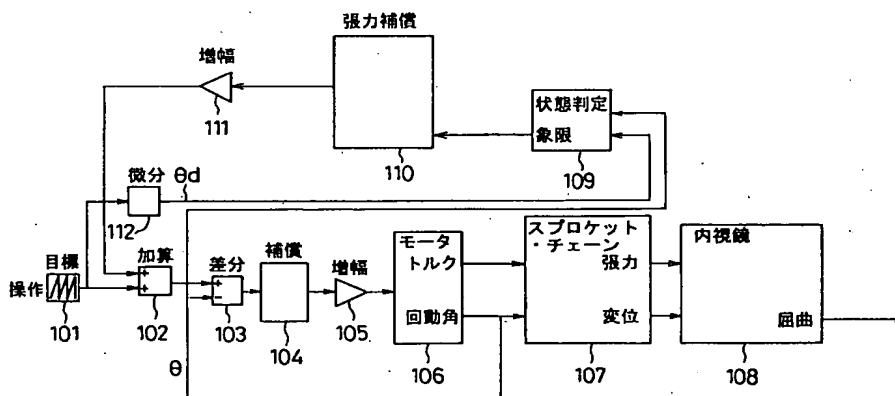
【図 12】



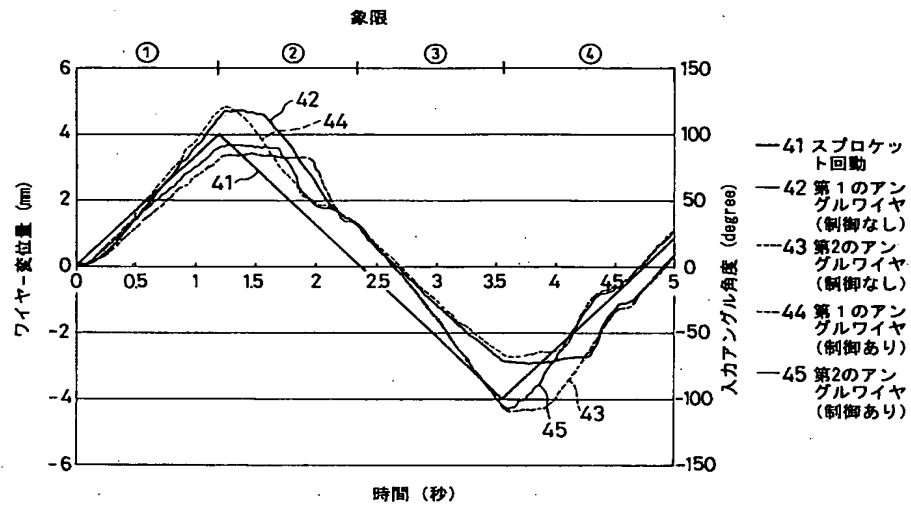
【図 7】



【図 10】



【図 8】



【図 13】

